MINAR International Journal of Applied Sciences and Technology
ISSN: 2717-8234
Article type: Research Article

Received: 25/04/2022 **Accepted:** 15/05/2022 **Published:** 01/06/2022

PARTIAL EFFECT OF (SrTiO3) NANO ON STRUCTURAL, ELECTRICAL, MAGNETIC CHARACTERISTICS OF SUPERCONDUCTORS COMPOUND YBA2CU3O7-Ó AT HIGH TEMPERATURE DEGREES

Falah Mohammed ABED [1]

Al-Dour technical Institute -Northern Technical University , Iraq

Abdulkareem DASH ALI[2]

College of Education for Pure Sciences, Tikrit University, Tikrit, Iraq

Ismael Kalil JASIM [3]

College of Education for Pure Sciences, Tikrit University, Tikrit, Iraq

Abstract

Three samples of (YBa2CU3O7-ó) were prepared for the research samples by using – solid interaction status method and annealing method under pressure of 8tan/CM2 ,at temperature 800oC via partial particles compensation of (SrTiO3) Nano in the rates (X=1.5X=1 X=0.5,) of the element Ba . The electrical inspections indicated large increase of critical temperature value Tc, upon compensation of the substance with value X=0.5 for Ba value, whereas critical temperature degree value reached 133k value, but decreased clearly upon compensation of substance X=1 for Ba value, whereas critical temperature degree value Tc reached 102.2K and when the substance compensated with value X=1.5 , improved critical temperature degree value to 122.2K Tc. The formation inspections of rays deviance indicated an obvious existence trapezium structure which existed in the three value in different variations of net distances A,B,C there was obvious increase in C distance . and upon inspections of Sample by FESEM instrument and in amplification rate of 100.00kx---500kx, it was found that granular size rate for the best sample was 33.38 in sample X=0.5 and the images of three samples indicated high accuracy and very detailed and shows makeup formation is bright which was related to light substances and dark areas related to heavy substances. The magnetic inspections indicated through Hystereris curve of the samples and the relationship between magnetic saturation MS and remained magnetic Mr and coerced force Hc and Represent Hystereris circles made-up in superconductors samples complete contrary relation between narrow of circles and improve of critical temperature degree Tc.

Keywords: SrTiO3, YBa2CU3O7-ó, High Temperature Degrees.

http://dx.doi.org/10.47832/2717-8234.11.30

[1] falah.ma@ntu.edu.iq

[2] Abdelkareemdahashali2290@gmail.com, https://orcid.org/0000-0003-2210-6132

[3] prof.I.K.Jassim@gmail.com

This article has been scanned by **iThenticat** No **plagiarism** detected

تأثير التعويض الجزئي لجسيمات أوكسيد السترونتيوم والتيتانيوم SrTiO3 النانوي على الخواص التركيبية والكهربائية والمغناطيسية للمركب الفائق التوصيل الكهربائي YBa2Cu3O7-δ عند درجات الحرارة العالية

فلاح محمد عبد [4]
عبد الكريم دهش علي[5]
اسماعيل خليل جاسم [6]

الملخص:

في هذا البحث تم تحضير ثلاث نماذج من العينات YBa2Cu3O7-δ بطريقة تفاعل الحالة الصلبة وباستخدام طريقة التلدين وتحت ضغط 8 tan/cm^2 ودرجة حرارة 800°C وذلك بالتعويض الجزئي لجسيمات أوكسيد السترونتيوم والتيتانيوم SrTiO3 النانوي بنسب X=1.5 , X=1 , X=0.5 من قيم العنصر Ba للمركب أظهرت الفحوصات الكهربائية زيادة كبيرة في قيمة درجة الحرارة الحرجة Tcعند تعويض المادة بقيمة X=0.5 لقيم Ba حيث وصلت درجة الحرارة الحرجة Tc إلى قيمة 133 k لكنها انخفضت بشكل واضح عند التعويض المادة X=1 لقيم Ba حيث وصلت درجة الحرارة الحرجة Tc إلى 102.2 K وعند تعويض المادة بقيمة X=1.5 تحسنت إلى درجة حرارة حرجة Tc 122.2 K ان فحوصات التركيبية لحيود الأشعة للنماذج أظهرت وجود طور معيني قائم في القيم الثلاث مع اختلافات متفاوتة في ابعاد الشبكة a , b , c مع زيادة واضحة في البعد c وعند فحص العينات بجهاز FESEM وبمعدل تكبير 100.00kx500 ---kx وجد ان معدل الحجم الحبيبي لأفضل النماذج كان 33.38 عند العينة X=0.5 وتظهر الصور للعينات الثلاث صور عالية الدقة ومفصلة جدا ويظهر تكون هياكل فاتحة تعود إلى العناصر الخفيفة ومناطق داكنة تعود إلى العناصر الثقيلة وأظهرت الفحوصات المغناطيسية من خلال منحى الهسترة للعينات والعلاقة بين مغناطيسية التشبع Ms والمغناطيسية المتبقية Mr والقوة المرغمة Hc ان حلقات الهسترة المتكونة في عينات التوصيل الفائق تكون ضيقة جدا وان هناك علاقة عكسية تماما بين ضيق الحلقات وتحسن درجة الحرارة الحرجة Tc.

الكلمات المفتاحية: (SrTiO3)، YBa2Cu3O7-δ ، درجات الحرارة العالية.

المقدمة:

تفقد بعض المواد جميع مقاومتها لتيار الكهربائي بدرجات حرارية فائقة الانخفاض وتسمى هذه الظاهرة بتوصيلية الفائقة Superconductivity وتسمى درجة حرارة التي تتحول فيها إلى موصلات فائقة بدرجة حرارة التحول أو درجة الحرارة الحرجة cortical temperature ولهذه المواد خاصية أخرى أيضاً في سلوكها المغناطيسي وهي رفض المجال المغناطيسي وتسمى هذه الظاهرة بظاهرة مزنر[1] . حصلت بعد ذلك قفزة متميزة في سجل المواد فائقة التوصيل عندما نشر كل من جورج بدنورز وكارل ميولر تقريرعام 1986 في نجاحهما بتحضير مركب سيراميكي هو-La Ba-Cu-O درجة تحوله في حدود 30 كلفن وقد استحق العالمان جائزة نوبل وسرعان ما قاد ذلك الاكتشاف مجموعة البحث في جامعة هيوستن بالتعاون مع مجموعة مماثلة في جامعة ألباما المريكيتين إلى استبدال عنصر الألنثانيوم بعنصر اليتريوم للحصول على السيراميك Y-Ba-Cu-O والذي فاقت حرارة تحوله ولاول مرة في التاريخ درجة الغليان لغاز النيتروجين والبالغة 77 كلفن .لقد وصلت حرارة التحول إلى أكثر من 90 كلفن لذلك المركب الذي اكتشف في عام 1987 [2] يتميز التركيب البلوري للمركب YBa2Cu3O7-δ بترتيب مستويات وسلاسل النحاس والأوكسجين يكون تسلسل طبقات YBCO على طول المحور C للبلورة Cu-BaO ، CuO2-Y-CuO2-BaO [3]تم اجراء بحوث كبيرة عن الخواص التركيبية والكهربائية والمغناطيسية على خصائص مركب التوصيل الفائقYBa2Cu3O7 حيث درس Nasri واخرون عام 2011 تأثير إضافة جسيمات MgO النانوية على مركبات الفائقة Bi2Sr2Ca2Cu3O8 التوصيل فوجدوا بان عند إضافة 5% من جسيمات MgO تعطي أفضل خواص ميكانيكة وكهربائية [4] بينما حضر Asbullah واخرون عام 2012 مركبات Bi2223 بعد إضافة MgO النانوية لها وبنسب10% ،8% ،6% ،4% ،2% بالترتيب فوجدوا بان أفضل نسبة كانت تتراوح بين6% ،4% والتي اعطت أفضل نتائج [5] . درست Ghazala واخرون عام

[4] المعهد التقني الدور الجامعة التقنية الشمالية ، العراق، falah.ma@ntu.edu.iq
[5] كلية التربية للعلوم الصرفة، جامعة تكريت ، تكريت، العراق، Abdelkareemdahashali2290@gmail.com
[6] كلية التربية للعلوم الصرفة، جامعة تكريت، تكريت، العراق ، prof.I.K.Jassim@gmail.com

2014 تاثير تعويض MnO جزئيا على Ca في مركبات Bi1.7Pb0.3Sr2Ca2Cu3O10 الفائق التوصيل وبنسب 0،0.1،0.2،0.3،0.4،0.5 فوجد بان أفضل نسبة عند X=0.3 التي اعطت أفضل نتائج عند استخدام المجهر الكتروني الماسح [6] .الباحث Jabbar Abdul عام 2015 درس تأثير إضافة حبيبات Au النانوية على مركبات Bi2223 فائق التوصيل فلاحظ بأنها احتفظت بتركيبها الرباعي القائم كلما ازداد التعويض مع زيادة بقيم Tc [7] . قاما Jannah & Abdshukor عام 2017 بدراسة الخصائص التركيبة عند إضافة جسيمات Co3O4 النانوية إلى مركب Bi1.6 Pb0.4 Sr2 Ca2 Cu3 O10الفائق التوصيل فوجدوا انه عند إضافة 0.1 من هذه الجسميات تعطي أفضل خواص تركيبية تودي إلى زيادة قيمTc إلى 102 k[8] .

Alyaaوأخرون عام 2019 درسوا تاثير تعويض Ag2O النانوي على المركبات Ti1.6Hg0.4AgxBa2Ca2Cu3O10الفائق التوصيل عندX=0 ،0.1،0.05، 0.2فأزدات قيمة Tc من k120 إلى 130k يهدف البحث المقدم إلى ايجاد أفضل نسبة تعويض لجسيمات Al2O3 النانوي على المركبات Bi2Ba2Ca2cu3O10الفائق التوصيل وعلى هيئة متراكب وذلك لتحسين خواصها التركيبية والكهربائية ولحصول على أعلى قيمة لدرجة الحرارة الحرجة [9] .

درس Foud و Hussain 2020 تاثير إضافة Al2O3 النانوي على الخواص التركيبة والكهربائية للمركب Bi2Ba2Ca2Cu3O10 أظهرت الإضافة بان قيمة Tc تزداد من 126k إلى 139k مع زيادة قيمة التعويض من X=0 إلى X=0.5 [10] .

يهدف هذا البحث إلى التوصل إلى أفضل نسبة استبدال لجسيمات SrTiO3 النانوية على المركب YBa2Cu3O7-δ الفائق التوصيل الكهربائي لتحسين الخواص التركيبية والكهربائية والمغناطيسية وكذلك الحصول على درجة حرارة حرجة أعلى.

2. 1. تحضير العينات :

حضرت العينات باستخدام الايتيروم اكسيدY2O3 وأكسيد الباريوم BaO ،وأوكسيد النحاس CuO و أوكسيد السترونتيوم والتيتانيوم SrTiO3 النانوي بعد وزنها بميزان حساس واعتمادا على وزنها الذرية مع مراعاة إضافة أكسيد السترونتيوم والتيتانيوم SrTiO3 النانوي وبنسب X=0.5 ، X=1 ، X=1.5 من قيم العنصر Ba للمركب فائق التوصيل الكهربائي YBa 2-x(SrTiO3)xCu3O7

يتم مزج هذه المساحيق وذلك بعد وضعها في هاون من العقيق Agate mortar ويستمر الطحن ويتم إضافة كحول ايزوبروبانول propanol لتسهيل عملية الطحن إلى ان نحصل على مسحوق متجانس، وللتخلص من الكحول الموجودة في المركب توضع داخل فرن كهربائي لمدة ساعة واحدة وبدرجة ، °C 100ثم يتم وزن العينات بعد التسخين تكبس العينات على هيئة اقراص بقطر mm، 15 وسمك 2 mmوذلك باستخدام مكبس هيدروليكي وبضغط 8 tan/cm²

ثم توضع الاقراص في فرن كهربائي ويتم اختيار درجة 800°C مراعاة لدرجة انصهار المواد المكونة للمركب. ويستمر التسخين من درجة حرارة الغرفة وبمعدل 120 C°/ hrالى ان تصل إلى درجة 600°C لتسمى هذه العملية بعملية التلبيد sintering ،بعدها يتم ضخ الأوكسجين في الفرن ويتم رفع درجة الحرارة من 600°C إلى 800°C وبمعدل 20 C°/ hr لتسمى هذه العملية بالتلدين (Annealing) تبقى العينات بهذه الدرجة داخل الفرن لمدة 24 مع الاستمرار بضخ الأوكسجين بعدها يبرد وبمعدل 5 C°/hr إلى ان تصل لدرجة حرارة الغرفة. ان عمليتي التلبيد والتلدين لها دور كبير للتخلص من العيوب التركيبية والتصنيعية للمركبات وكذلك تقوم هذه المركبات بأخذ قالبها التركيبية . [11]

2.2 القياسات الكهربائية للعينات :

تستخدم هذه القياسات لحساب درجة حرارة التحول Tc وذلك بعد قياس مقاومية العينات.وباستخدام الأجهزة التالية:

منظومة تبريد (Cryostat System)تعمل بالنتروجين السائل، مجهز قدرة مستمر

(D.C power supply)، فولتميتر رقمي نانوي(Digital Nano voltmeter) ، اميتر(Ammeter)، جهاز قياس درجات الحرارة (Digital Nano voltmeter) و مضخة مفرغة.(Rotary Pump)

حيث يتم دراسة تغير المقاومية مع درجة الحرارة و بأستخدام المنظومة والتي تعمل بالنتروجين السائل وبذلك يتم حساب Tc على اساس انها منتصف المسافة بين بداية هبوط المقاومية ونهاية هبوط المقاومية اي أن:

$$Tc = Tc\ on + Tc\ off / 2 \qquad (1)$$

3.2 القياسات التركيبية للعينات:

تم استخدام جهاز حيود الأشعة السينية (XRD)وباستخدام المعادلة التالية :-

$$2d \sin \theta = n \lambda \qquad (2)$$

d المسافة بين مسطحين متوازيين من مسطحات البلورة

λ طول موجة الأشعة

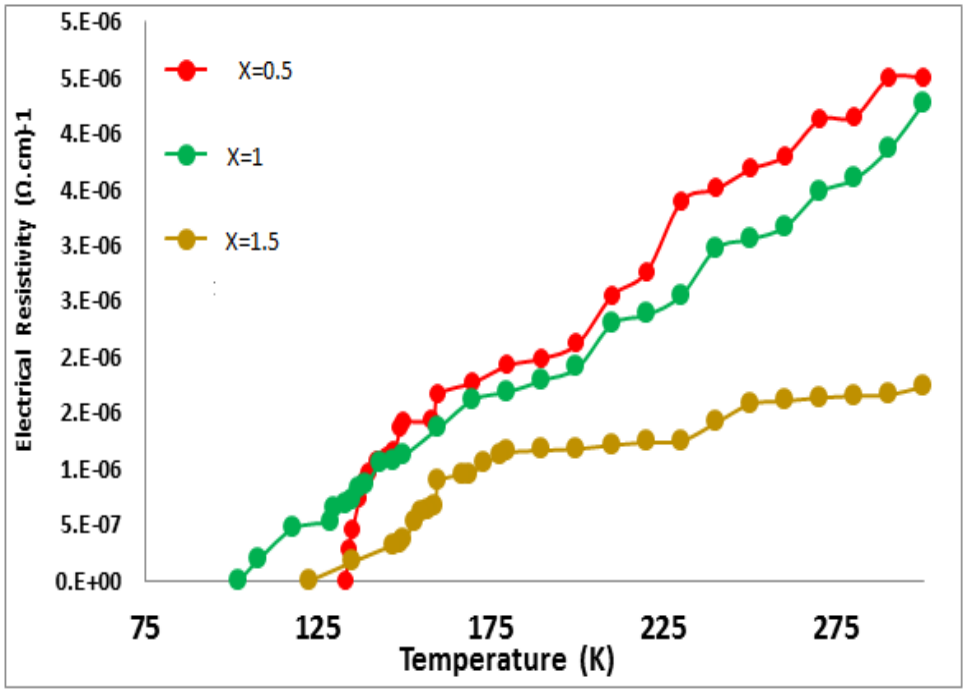
θ زاوية السقوط (الزاوية الموجة الساقطة ومستوى التشتت)

n عدد صحيح يحدد درجة الحيود

وباستخدام برنامج X'Pert HighScore Plus تم ايجاد معاملات ميلر hkl وايجاد أفضل تطابق بين النماذج للمركب $YBa_2Cu_3O_{7-\delta}$ وأظهر بان جميع النماذج من النوع المعيني القائم (Orthorhombic) [12]

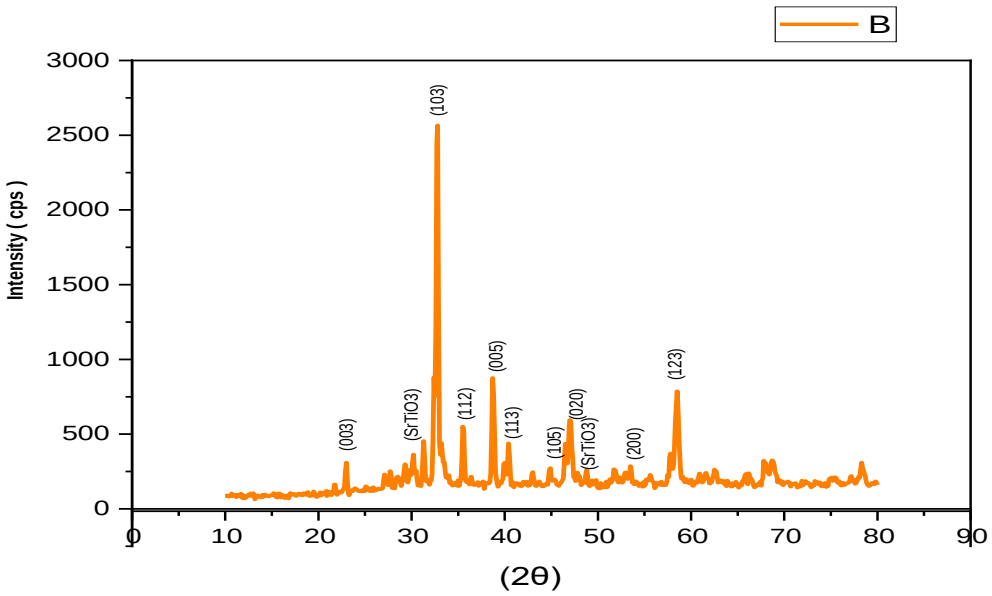
3 . النتائج والمناقشة:

أظهرت دراسة الخصائص الكهربائية للمركب $YBa_{2-x}(SrTiO_3)_x Cu_3 O_7$ ان أفضل درجة الحرارة الحرجة Tc هي عند التعويض X=0.5 حيث وصلت إلى 133 k ولكنها انخفضت بشكل واضح عند التعويض X=1 حيث وصلت إلى 102.2k وتحسنت عند التعويض X=1.5 حيث وصلت إلى 122.2k وكما في الشكل 1

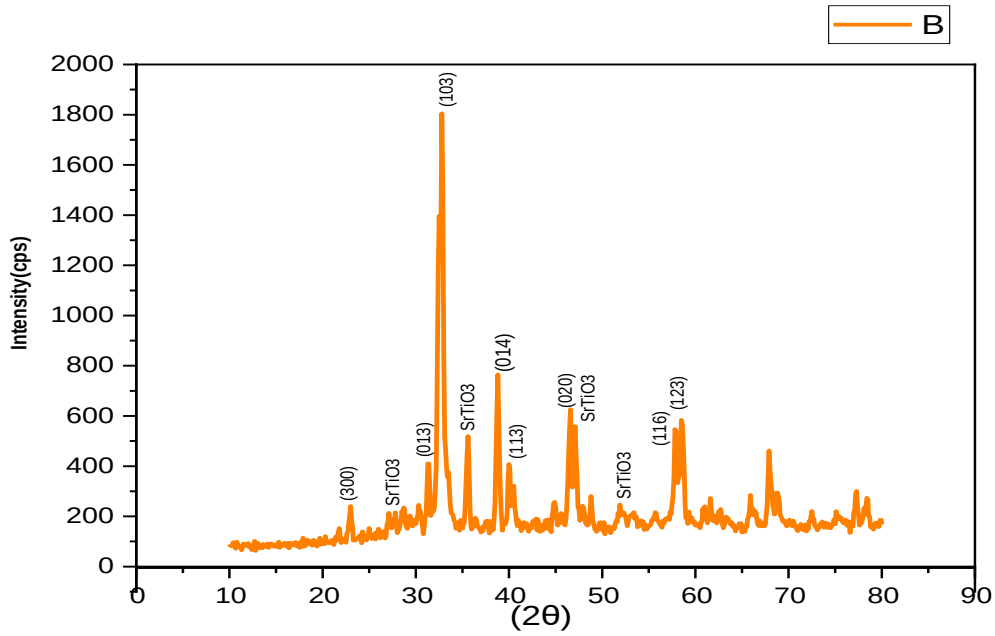


شكل 1 : يبين تغير المقاومية مع درجة الحرارة للمركب YBa2-x (SrTiO3) x Cu3 O7 لقيم X=0.5 ، X=1،X=1.5

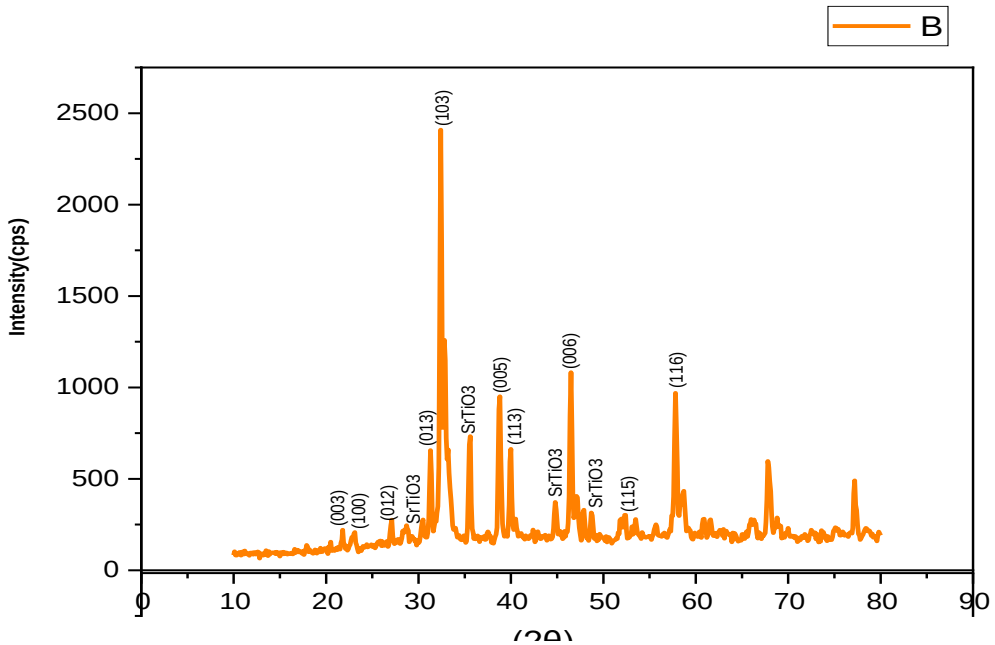
أظهرت دارسة حيود الأشعة السينية للمركبYBa2-x (SrTiO3) x Cu3 O7 وباستخدام برنامج X'Pert HighScore Plus وقانون براك في الحيود تم حساب قيم معاملات ميلر(hkl) ومن ثم حساب قيم ابعاد وحدة الخلية وعند إضافة أوكسيد السترونتيوم والتيتانيوم SrTiO3 النانوي وبنسبة X=0.5 وكما مبين في شكل 2. تم حساب قيم ابعاد وحدة الخلية حيث كانت°b=3.8665A °a=3.8224A، °C=11.8565A ، وعند إضافة أوكسيد السترونتيوم والتيتانيوم SrTiO3 النانوي وبنسبة X=1 فان قيم ابعاد وحدة الخلية °b=3.9877A °a=3.9784A، °C=13.7633A وكما مبين في الشكل 3 وعند إضافة أوكسيد السترونتيوم والتيتانيوم SrTiO3 النانوي وبنسبة X=1.5 فان قيم ابعاد وحدة الخلية °b=3.9212A °a=3.9113A،°C=12.5312A وكما مبين في الشكل 4، أظهرت الخصائص التركيبية بتحسن واضح وانتظاما في تركيبها البلوري وكانت أفضل ومن ملاحظة القيم وهي ذات تركيب من النوع المعيني القائمOrthorhombic للعينات الثلاث مع أفضلية واضحة للعينة الأولى



شكل 2 : حيود الأشعة السينية للمركب YBa2-x (SrTiO3) x Cu3 O7 لقيم X=0.5

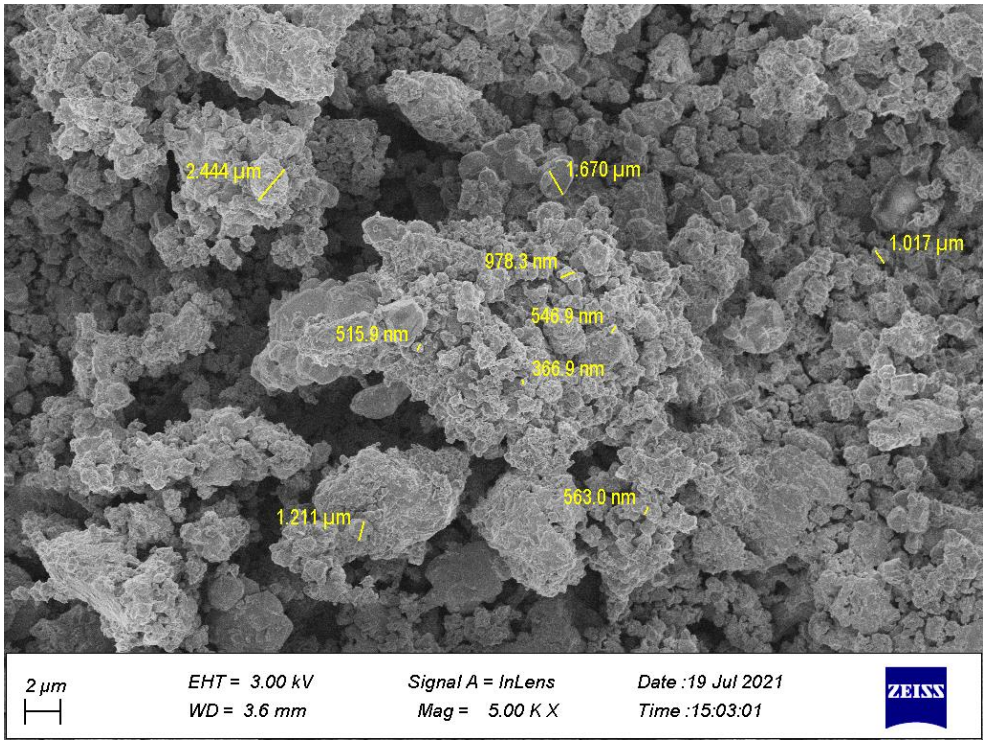


شكل 3 : حيود الأشعة السينية للمركب YBa2-x (SrTiO3) x Cu3 O7 لقيم X=1

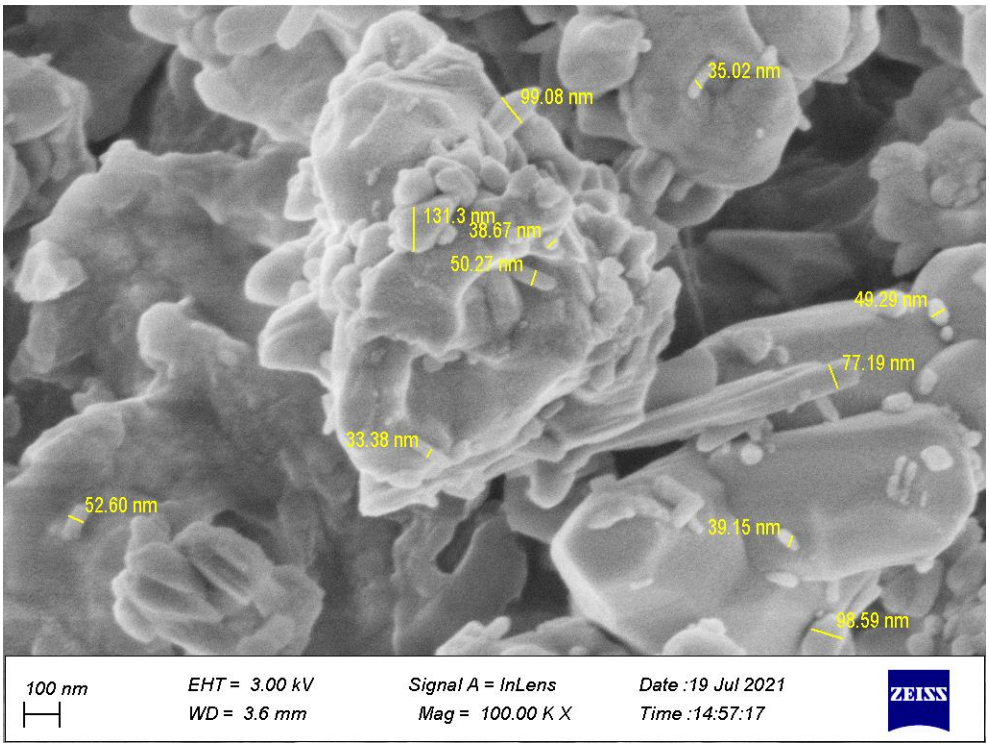


شكل 4 :حيود الأشعة السينية للمركب YBa2-x (SrTiO3) x Cu3 O7 لقيم X=1.5

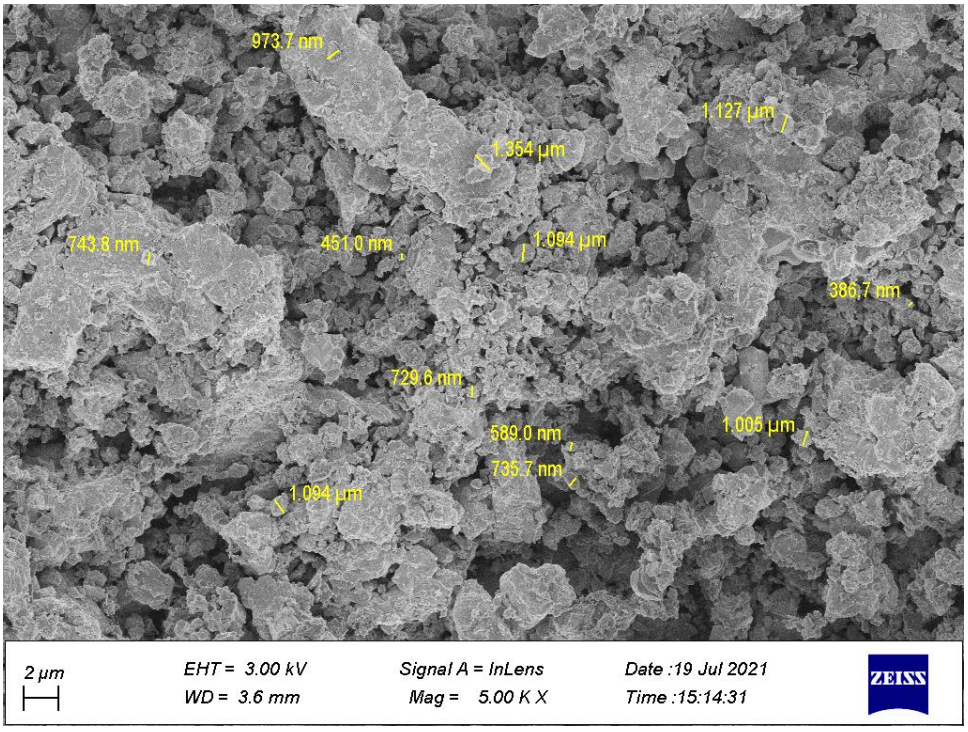
وعند فحص العينات بجهاز FESEM وبمعدل تكبير 500kx و 10000kx لوحظ هناك هياكل ذات كثافة عالية فاتحة اللون وأخرى داكنة بدرجة قليلة تعود إلى العناصر الثقيلة ابعادها تتراوح 33.38 nm إلى 131 nm بقوة تكبير 10000kx وعند قوة تكبير 500kx تتراح ابعادها 366.9 nm إلى 2.44mm وأفضل النتائج عند التعويض X=0.5



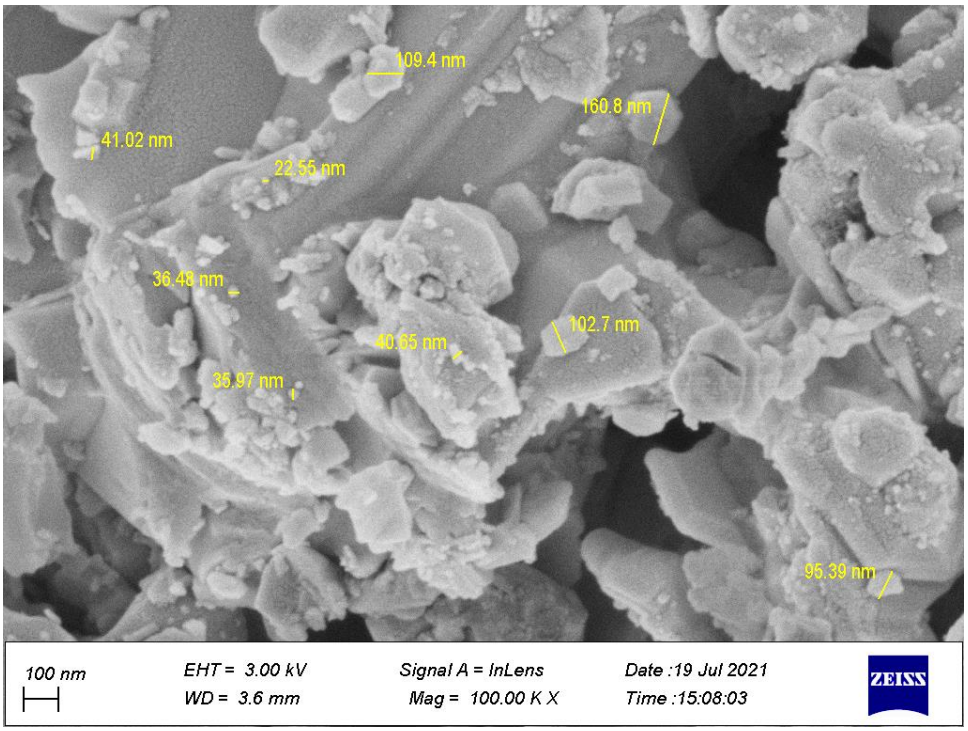
شكل 5: صور فوتوغرافية للمركب YBa2-x (SrTiO3) x Cu3 O7 لقيم X=0.5 بقوة تكبير 500kx



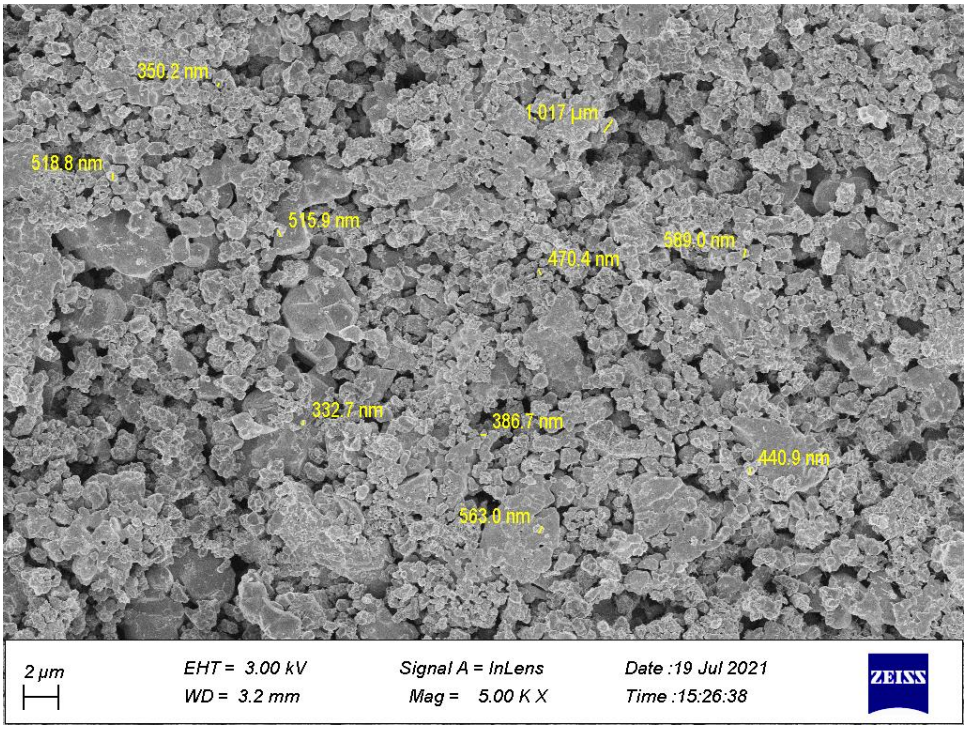
شكل 6 :صور فوتوغرافية للمركب YBa2-x (SrTiO3) x Cu3 O7 لقيم X=0.5 بقوة تكبير 10000kx



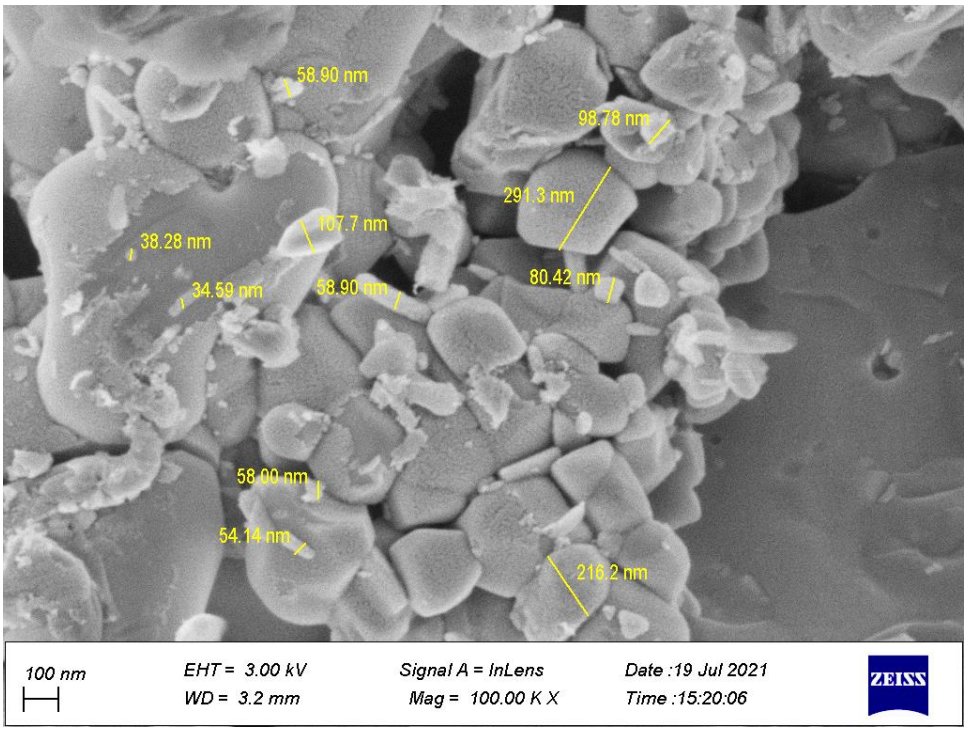
شكل 7 : صور فوتوغرافية للمركب YBa2-x (SrTiO3) x Cu3 O7 لقيم X=1 بقوة تكبير 500kx



الشكل 8: شكل 6 صور فوتوغرافية للمركب YBa2-x (SrTiO3) x Cu3 O7 لقيم X=1 بقوة تكبير 10000kx

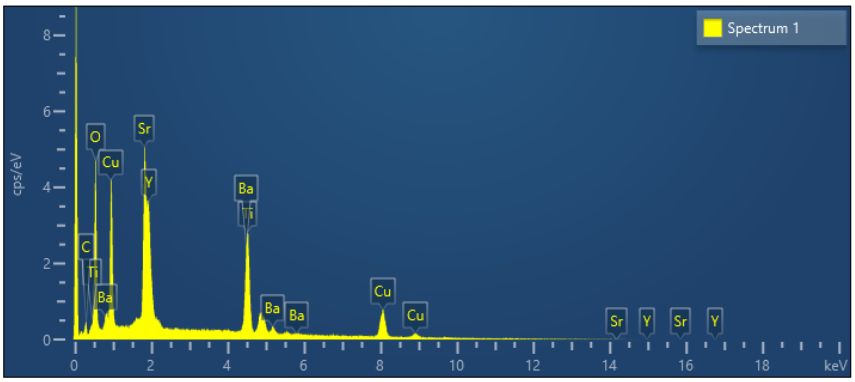


شكل 9 : صور فوتوغرافية للمركب YBa2-x (SrTiO3) x Cu3 O7 لقيم x=1.5بقوة تكبير 500kx



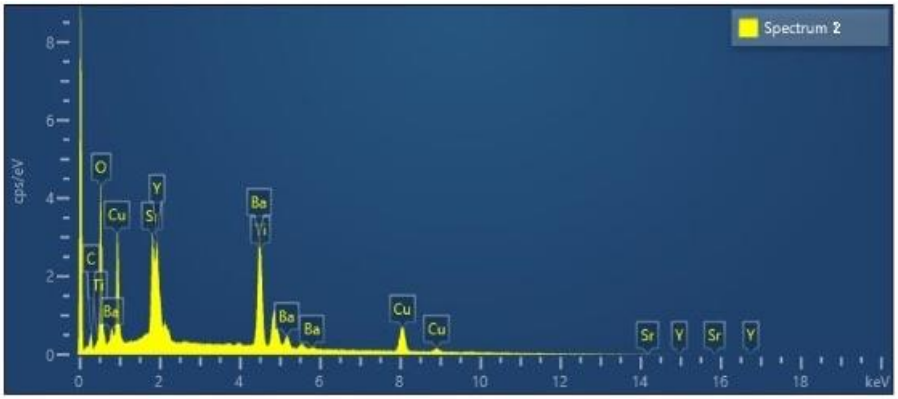
شكل 10: صور فوتوغرافية للمركب YBa2-x (SrTiO3) x Cu3 O7 لقيم X=1.5 بقوة تكبير 10000kx

تم استخدام تقنية EDX لتحليل العناصر المستخدمة في العينات ان هذة التقنية تستخدم لقياس تراكيز المواد المكونة للعينات ويظهر فيها مكونات العينات بشكل واضح ومدى التطابق بينها وبين المواد الموكنة لها



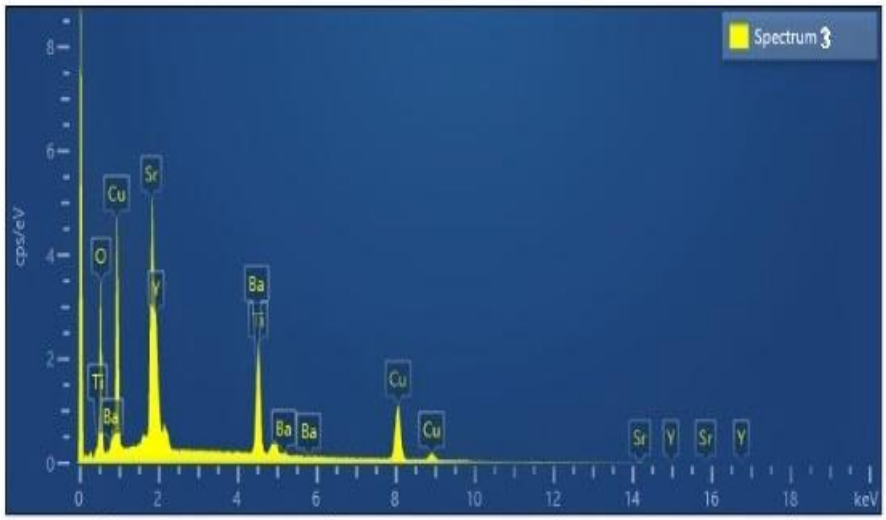
Spectrum 1				
Element	Line Type	Weight %	Weight % Sigma	Atomic %
O	K series	27.83	0.40	57.35
Ti	K series	9.10	0.19	6.26
Cu	L series	20.32	0.31	10.54
Sr	L series	15.07	0.27	5.67
Ba	L series	12.79	0.36	3.07
C	K series	4.88	0.40	13.39
Y	L series	10.01	0.33	3.71
Total		100.00		100.00

شكل 11 : يمثل العلاقة بين الطاقة والشدة وجدول نسب العناصر للمركب YBa2-x (SrTiO3) x Cu3 O7 لقيم X=0.5



Spectrum 1				
Element	Line Type	Weight %	Weight % Sigma	Atomic %
O	K series	24.55	0.38	54.73
Ti	K series	6.20	0.20	4.62
Cu	L series	17.79	0.32	9.99
Ba	L series	26.69	0.41	6.93
C	K series	5.35	0.40	15.88
Sr	L series	9.58	0.25	3.90
Y	L series	9.85	0.35	3.95
Total		100.00		100.00

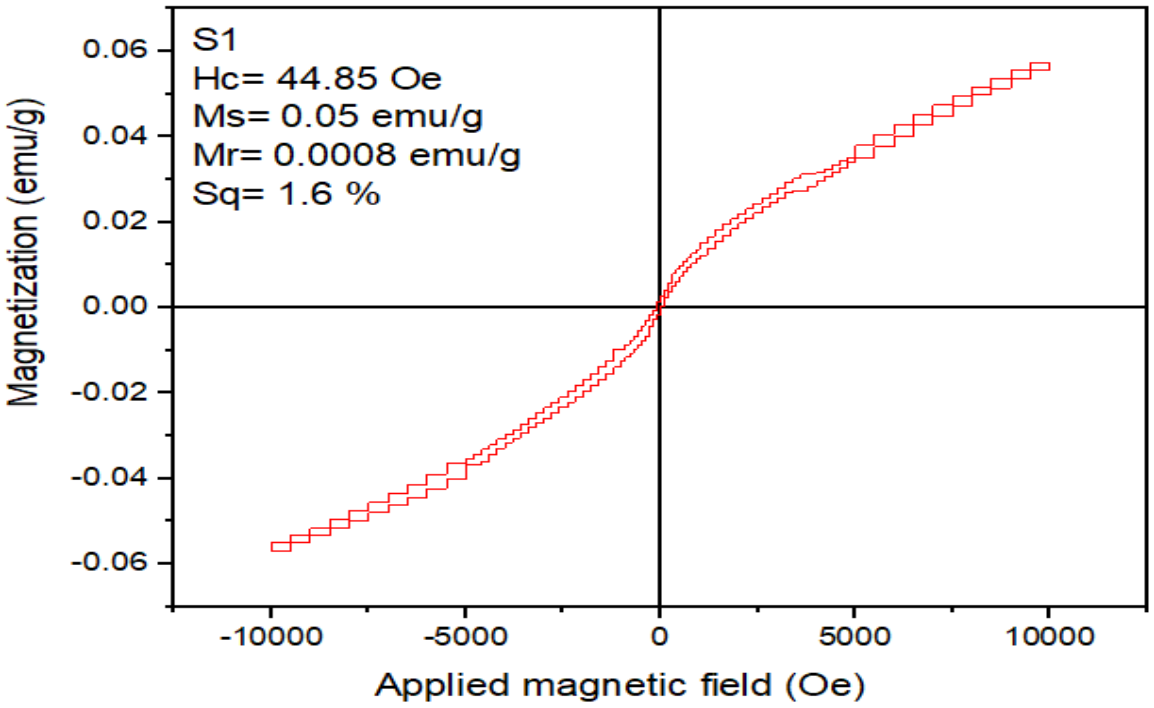
شكل 12: يمثل العلاقة بين الطاقة والشدة وجدول نسب العناصر للمركب $YBa_{2-x}(SrTiO_3)_x Cu_3 O_7$ لقيم X=1



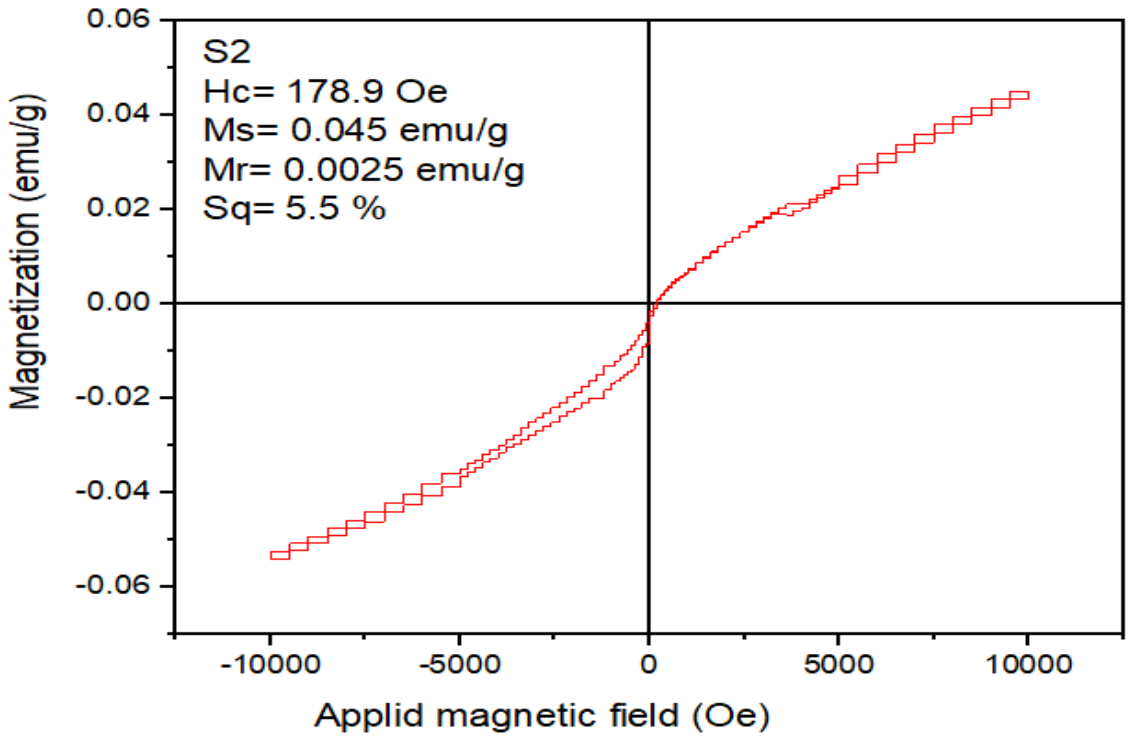
Spectrum 1				
Element	Line Type	Weight %	Weight % Sigma	Atomic %
O	K series	27.81	0.45	62.62
Ti	K series	11.61	0.21	8.73
Cu	L series	27.97	0.38	15.86
Sr	L series	20.19	0.33	8.30
Y	L series	8.60	0.41	3.49
Ba	L series	3.82	0.41	1.00
Total		100.00		100.00

شكل 13 : يمثل العلاقة بين الطاقة والشدة وجدول نسب العناصر للمركب $YBa_{2-x}(SrTiO_3)_x Cu_3 O_7$ لقيم X=1.5

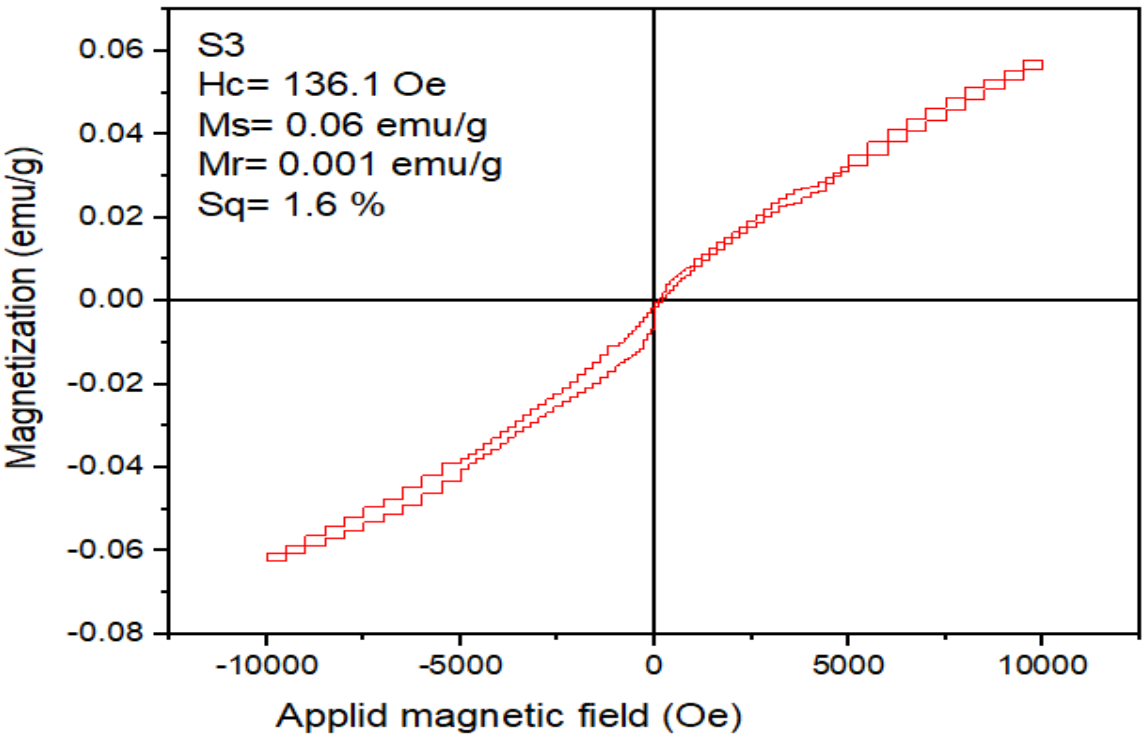
تم فحص العينات الثلاثة والمرفقة في الاشكال بجهاز VSM والذي يختص بقياس الخواص المغناطيسية للمواد المستخدمة في الابحاث العلمية لتحديد وتطوير جودتها للقابلية المغناطسية ومن منحنى الهسترة والعلاقة Sq والتي تمثل نسبة المغناطيسية المتبقية Remanance Magnetization Mr مقسومة على مغناطسية التشبع Saturation Magnetization Ms في النسبة المؤية وتعتبر مقياس حلقات الهسترة التي تربط بعلاقة عكسية مع درجة الحرارة الحرجة Tc وأفضل نتيجة هي في العينة X=0.5 حيث قيمة Sq=1.6% والعينة X=1 اصبحت قيمة Sq=5.5% والعينة X=1.5 حيث قيمة Sq=1.6هذا يتطابق تماما مع الابحاث ان مواد التوصيل الفائق هي مواد دايا مغناطيسية [13]



شكل 14: يمثل العلاقة بين المجال المطبق والمغنطة وشكل حلقات الهسترة للمركب YBa2-x (SrTiO3) x Cu3 O7 لقيم X=0.5



شكل 15 : يمثل العلاقة بين المجال المطبق والمغنطة وشكل حلقات الهسترة للمركب YBa2-x (SrTiO3) x Cu3 O7 لقيم X=1



شكل 16 : يمثل العلاقة بين المجال المطبق والمغنطة وشكل حلقات الهسترة للمركب YBa2-x (SrTiO3) x Cu3 O7 لقيم X=1.5

4 .الأستنتاجات:

عند تحضير العينات بنسب تعويض X=0.5،X=1،X=1.5 زادت قيم درجة الحرارة الحرجة Tc بنسب متفاوتة أعلى قيمة عند التعويض X=0.5 وهذا يدلل ان إضافة المادة النانوية يؤدي إلى تحسن Tcمع ملاحظة ان هذة الزيادة ترتبط بعوامل أخرى.

من دراسة الخواص التركيبية باستخدام جهاز الأشعة السينية ان إضافة المادة النانوية إلى المركب ومن خلال ملاحظة ابعاد وحدة الخلية c،b،a، للعينات الثلاثة بقيت محافظة على النوع المعيني القائم مع أفضلية واضحة للعينة الأولى

الفحص بجهاز FESEM أظهر انخفاض في الابعاد البلورية إلى 33.38nm وهذا يشير إلى تحسن الخواص التركيبية

الفحص بجهاز VSM للعينات الثلاثة ومن منحى الهسترة ان العلاقة بين مغناطسية التشبع Saturation Magnetization(Ms) والمغناطيسية المتبقية Remanance Magnetization(Mr) والقوة المرغمة Coercivity Hc ان حلقات الهسترة المتكونة في عينات التوصيل الفائق تكون ضيقة جدا وان هناك علاقة عكسية تماما بين ضيق الحلقات وتحسن درجة الحرارة الحرجة Tc وأفضل نتيجة هي في العينة X=0.5

المصادر:

1. C. Kittel، " ***Introduction to solid state***"، 6th Ed.، John Wiley and Sons، New York (1986).
2. M. K. Wu، J. R. Ashburn، C. J. Torng، P. H. Hor، R. L. Meng، L. Gao، Z. J. Huang، Y. Q. Wang، and C. W. Chu، Phys. Rev. Lett. 58، 908 (1987).
3. J. J. Capponi، C. Chaillout، A. W. Hewat، P. Lejay، M. Marezio، N. Nguyen، B. Raveau، J. L. Soubeyroux، J. L. Tholence and R. Tournier، " **Structure of the 100 K superconductor Ba2YCu3O7 between (5÷ 300) K by neutron powder diffraction**" Europhys. Lett. Vol.3، p1301، 1987.
4. Nasri A. Hamid، Mohd Y، Abd Rahman and Noor F. Shamsudin، "***Mechanical and Superconducting proprieties of Nano size MgO added dip-coated Bi2 Sr2 Ca Cu2O8 Superconducting Tape***"، Natural Science، 3(6)، 484 (2011).
5. Asbullah M.، Hamid N.، Yahya S. and Azhan H.، "***Optimization of Flux pinning Ceners in Bi-2212 MgO Added Superconductor***"، 4th International Conference on Solid State Science and Technology، (2012).
6. Ghazala Y. Hermiz،Bushra A.Aljuranim Md. and Ali H. Al-Beayaty" ،***Effect of MnSubstitution on the Superconducting Properties of Bi1.7pb0.3Sr2Ca2-xMnxCu3O10+δ*** "،International Journal of Engineering and Advanced Technology، 3(4)، 2249 (2014).
7. Abdul Jabbar، Irfan Q.، Khalid M. Khan، Zulqurnain A.، Nadeem K.، Mumtaz M.،"***Synthesis and superconducting properties of (Au)x/ CuTI-1223 Composites*** "، Journal of Alloys and Compound، 618، 110 (2015).
8. Abd shukor R. and Jannah A، "***Advances in Superconductivity and CO3O4NanoParticles as flex pinning center in (Bi-Pb) 2223/Ag superconductor Tapes***"، Alp conference proceeding، AIP Publishing LLC، USA، 1877(1)، 020003 (2017).
9. Alyaa H.، Abdu Kareem A. and Kareem J،" ***Influence of Simultaneous doping of Ag on the wircal Temperature and Laitice conslout of Ti1.6 Hg0.4-x AgxBa2Ca2Cu3O10 Superconductors***"، Alp Conference Proceedings، AIP Puplishing LLC، USA، 2123،020079 (2019).
10. Fouad K.and Hussein A. "**The Effect of Addition of (Al2O3) Nano Particles on Structural and Electrical Properties of Bi2Ba2Ca2Cu3O10 +δ Superconductors at High Temperature** "Kirkuk University Journal /Scientific Studies (KUJSS) Volume 15، Issue 4، December 2020
11. Abbas M. and Razzaq A.، "***The effect of Nd Nano particles on (Bi، Pb)2223 Superconductivity***"، Journal of chemical and pharmaceutical science، 10، 10111(2017).
12. Howe، B. A. (2014). **Crystal Structure and Superconductivity of YBa2Cu3O7-x** [Master's thesis، Minnesota State University، Mankato].
13. Chang Yen ،**conventional superconductivity** NTU-222D5220،(2007).